

**JP1156617**

Publication Title:

OPTICAL FIBER AZIMUTH SENSOR

Abstract:

**PURPOSE:**To improve the S/N by combining two optical fiber gyros and erasing a noise and a drift by a processing of output signals of each of them.

**CONSTITUTION:**The first and the second loops are provided by forming the first optical fiber 12 and the second optical fiber 13 in a loop shape, respectively, and these first and second loops are placed adjacently. As for the first and the second optical fibers 12, 13, a modulating part 51 is provided on a position of the same distance from their each different end parts. In this state, a light beam from a light source 21 is led into the optical fibers 12, 13 through a branch coupler 22, and light beams from the optical fibers 12, 13 are detected by photodetectors 41, 42. Outputs of these photodetectors 41, 42 contain a noise of the same phase, and by processing these outputs, the noise is erased.

-----

Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-156617

⑮ Int.Cl.<sup>4</sup>

G 01 C 19/64  
17/00

識別記号

庁内整理番号

A-7409-2F  
7409-2F

④ 公開 平成1年(1989)6月20日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 光ファイバ方位センサ

⑰ 特 願 昭62-316828

⑱ 出 願 昭62(1987)12月15日

⑲ 発 明 者 田 中 智 弘 神奈川県横浜市栄区長尾台町471番地 日本光学工業株式  
会社横浜製作所内  
⑲ 発 明 者 吉 田 宣 昭 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式  
会社大井製作所内  
⑲ 発 明 者 中 澤 齊 彦 神奈川県横浜市栄区長尾台町471番地 日本光学工業株式  
会社横浜製作所内  
⑲ 発 明 者 橋 野 憲 親 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式  
会社大井製作所内  
⑳ 出 願 人 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
㉑ 代 理 人 弁理士 渡辺 隆男

明 細 書

1. 発明の名称 光ファイバ方位センサ

2. 特許請求の範囲

(1) 第1の光ファイバ及び第2の光ファイバをそれぞれループ状に形成して第1のループ及び第2のループを設け、該第1及び第2のループを近接し、前記第1の光ファイバには光ファイバの一端からみてループの手前側で該一端から一定距離に変調部を設け、前記第2の光ファイバには光ファイバの他端から前記一定距離に第2の変調部を設けた事の特徴とする光ファイバ方位センサ。

(2) 前記第1及び第2のループは、光ファイバの全長の1/2から折り返して巻き始めの点に向かって巻回し、巻き始めの点で巻き終わる様に巻回して製作したループである事の特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光ファイバ方位センサ。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は光ファイバを用いた方位を測定するセンサ(光ファイバ方位センサ)に関し、更に詳しくは光ファイバ方位センサのS/N比向上に関する。

(従来の技術)

従来の機械式のジャイロは正確な測定が可能であるが、ジャイロの回転起動から安定回転迄に長時間掛かる事、装置の重量が重い事、ジャイロの歳差運動の振幅測定に時間が掛かる事等の欠点があった。

このような欠点を解決し、操作が簡単で小型計量且つ精度の高い測定装置を光ファイバジャイロにて構成する事が既に提案されている。(特開昭61-207919)以下に前記提案による光ファイバジャイロについて簡単に説明する。

第6図は前記提案による装置の外観図であってボビン111の外周面に設けられた溝には光ファイバジャイロ112が巻回され、光ファイバジャイロの主要部を構成している。163は水準器、

161は雲台付三脚、162は光ファイバの巻回によって形成される面内に光軸がある様に設置される視準付望遠鏡である。

第7図は第6図に示す光ファイバジャイロの構造を示すもので、112はボビン111（図示せず）に巻回された光ファイバ、121はスーパーミネッセントダイオード、カップラ、導光用ファイバ、レンズを含む光源部、131はハーフプリズムで光源121からの光を効率良く等量に二手に分ける。従って透過率及び反射率はそれぞれ約50%である。光ファイバ112はボビン111（図示せず）に巻回されてサニャック効果を生ずるループをなしており、光源121からの光を該ループの両端から入射する様構成する。

151は該ループの一端に設けられる位相変調用のピエゾ素子であり、光ファイバ112が固く巻回されており、一定の交流信号を該ピエゾ素子151に与えると光ファイバ112のループの一端が伸縮する。これにより光ファイバループの右回りの光と左回りの光との干渉出力は変調されて微

上記目的の為に本発明では、2本の光ファイバを、近接してループを形成し、第1の光ファイバには第1の光ファイバの一端からみてループの手前側で該一端から一定距離に変調部を設け、第2の光ファイバには第2の光ファイバの一端からみてループの後ろ側で第2の光ファイバの他端から前記一定距離に第2の変調部を設ける様にして2組の光ファイバジャイロを組み合わせ、各々の出力信号の処理によりノイズやドリフトを消去する。更にはそれぞれのセンシングループとして巻回する光ファイバをファイバの全長の $\frac{1}{2}$ から巻き始めに向かって巻回し、巻き始めと巻き終わりを同一点とし、温度変化等の外乱に対する影響を小さくする。

#### （作用）

上記構成により双方の光ファイバジャイロからのノイズは小さくなり又、同相のノイズであるから、双方のノイズの振幅を調整した上で差を取ればノイズが消去されて、S/Nの良い方位信号出力

が得られる。

ハーフプリズム131に入射した光は半々に時計回りと反時計回りに該ループを回り、141で検出される。ここで光源121に戻り光がある事があるが、光源にスーパーミネッセントダイオードを使用すればコヒーレンス長が数十ミクロン程度の為、コヒーレンスノイズを発生しない。

#### （発明が解決しようとする問題点）

上記の如き従来の技術に於いては光ファイバジャイロの回転角速度による出力信号レベルに対して、ノイズとドリフトのレベルが大きい事があり、検出感度が低下してしまうという問題点があった。即ちS/Nが良くない。

本発明はこの様な問題点に鑑みてなされたもので、光ファイバを用いて方位を測定するセンサ（光ファイバ方位センサ）のS/Nを向上する事を目的とする。

#### （問題点を解決する為の手段）

が得られる。

#### （実施例）

第1図は本発明による方位センサの光ファイバジャイロの部分である。

第1図（a）は第1の光ファイバジャイロ、（b）は第2の光ファイバジャイロ、（c）は前記第1、2の光ファイバジャイロを組み合わせてなる本発明の実施例である。

前記光ファイバ12、13の両端部には偏光子が設けられても良い。21は光源で例えばスーパーミネッセントダイオード、22は分岐カップラ、31はハーフミラー、41、42は光ディテクター、51はピエゾ素子を含む変調部である。変調部51はピエゾ素子に光ファイバを固く巻回して構成される。第1図（c）に於いて12、13は光ファイバループで同一のボビン（図示せず）に同一方向に同一回数相隣接して巻回される。

本実施例では変調部51は該光ファイバループ12、13双方に設けられる位置は互いに異なる

端部から同一距離である。

従って第1の光ファイバジャイロと第2の光ファイバジャイロとでは変調部51の設ける位置のみが異なり、他は全く同一である。

尚、変調部51は1個の略同一部分に第1の光ファイバと第2の光ファイバを巻いて作る事も可能である。そうすれば発振器は1台で済み、変調部の特性の違いは問題とならない。

又、12、13の光ファイバループはシングルモードファイバであるが特に偏波面保存型の光ファイバを用いて作られる。何故なら該ファイバは機械的、熱的外乱を受けにくい性質を持っているからである。

又分岐カップラ22も上記光ファイバループと同様に偏波面保存型のものを用いるのが望ましい。

又、第1図(a)、(b)のファイバループの巻き方は通常考えられる様に端から順次巻いて行く方法が取られるが、更にノイズを減らす巻き方は第1図(d)(e)に示す如くであるとノイズを減少出来る。第1図(d)を参照して該巻き方

の順序を示すと次の通りである。

ファイバの中央12cをボビン11の一端部11aに固定し、光ファイバの一端12aをボビン11の一端部11aから他端部11b迄結めずに隙間を設けて巻回する。

次に光ファイバの他端12bをその上に前記巻回方向と逆方向にボビン11の一端部11aから他端部11bまで光ファイバの一端12aの巻回した隙間に巻回する。

ここで、光ファイバの巻回方向は前記の通り光ファイバの各端12a、12bを巻回する時は反対方向に巻回するが、光ファイバ全体としては結局同一方向となる様に巻回する。

第1図(d)は第1のファイバが巻回されており、第1図(e)には第2のファイバが巻回され、その巻き方は第1図(d)と同様である。

第1図(f)は(c)のファイバループ12、13について同一のボビン11に(d)、(e)の巻き方の両方を同時に実行したものである。この巻き方によれば一本の光ファイバをその中央から

等距離の部分が接近する様に巻回するという簡単な構成により、光ファイバの局所的な歪が原因で発生するノイズを2つの光ファイバループについて同時に除去する事が出来、測定精度の高い光ファイバジャイロを得る事が出来る。

第2図は本装置の信号処理系の構成を示すブロック図である。

増幅器41A、42Aはそれぞれ第1図の光ディテクター41、42の増幅器、52は変調器で例えばピエゾ素子51の為の発振器で同時に同期検波の参照信号を演算処理系61に送る。61は前記増幅器41Aと42Aの出力の演算処理で、指定の周波数を同期検波し、演算処理したデータを必要に応じてディスプレイ62或いはプリンタ63に出力する事が出来る。

この光ファイバジャイロを使うとノイズやドリフトが消える事を以下説明する。

第2図の41A、42Aの出力に対して演算処理系61で同期検波したそれぞれの出力

$S_1(\theta)$ 、 $S_2(\theta)$ は

$$S_1(\theta) = I_0 \sin K \Omega J_1(z) + N_1(\theta, t) \quad (1)$$

$$S_2(\theta) = -I_0 \sin K \Omega J_1(z) + N_2(\theta, t) \quad (2)$$

と表される。〔但し $I_0$ は光源の光量に関する値、 $\Omega$ は回転角速度、 $J_1(z)$ は一次の第1種ベッセル関数でピエゾ素子特有の値とファイバループの長さやこれにかける電圧等に依存する数、 $K$ はファイバループ特有の定数〕

ここで上記(1)、(2)式の右辺第1項はファイバループ12、13の変調部の位置が左右対象になっている為に正負が逆で同じ量である。

又、 $N_1(\theta, t)$ 及び $N_2(\theta, t)$ はファイバループ12、13よりなる2つのファイバジャイロのランダムノイズ例えば温度によるノイズであり、時間及び位置の関数である。従って(1)式から

(2)式を減じると出力信号の差 $D(\theta)$ は、

$$D(\theta) = S_1(\theta) - S_2(\theta) = 2I_0 \sin K \Omega J_1(z) + \{N_1(\theta, t) - N_2(\theta, t)\} \quad (3)$$

である。ファイバループ12、13は同一ボビン

に近接して巻いてある為  $N_1(\theta, t) \approx N_2(\theta, t)$  であると考えられる。又、実施例では中央付近で折り返してあるからノイズの絶対値はより等しく、又より低く抑えられる。

ここで第4図は第2図の演算処理系61でデータ処理された信号例である。(a)及び(b)図に於いて  $S_1(\theta)$ 、 $S_2(\theta)$  は第1図(c)のファイバルーブ12、13による信号、 $N_1(\theta, t)$ 、 $N_2(\theta, t)$  はそれぞれ  $S_1(\theta)$ 、 $S_2(\theta)$  のノイズである。又(c)図に於いて  $S_1(\theta) - S_2(\theta)$  は上記(3)式より得られる信号、 $(N_1(\theta, t) - N_2(\theta, t))$  は信号  $\{S_1(\theta) - S_2(\theta)\}$  に対するノイズである。

更に(3)式を積分して平均するとその値Aは右辺第1項  $2I_0 \sin K \Omega J_1(z)$  の積分値が0となるので、

$$\begin{aligned} A &= (1/2) \pi \int_0^\pi 2I_0 \sin K \Omega J_1(z) d\theta \\ &+ (1/2) \pi \int_0^\pi (N_1(\theta, t) - N_2(\theta, t)) d\theta \\ &= N_1(\theta, t) - N_2(\theta, t) \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

(3) - (4) によりノイズの項

$N_1(\theta, t) - N_2(\theta, t)$  をより小さくする事が出来る。上記光ファイバジャイロを使うと、方位角測定の為の信号を増幅器41A、42Aの出力として検出する事が出来る。以下この実施例を詳細に説明する。

第3図は地球自転角速度( $\Omega$ )の方向と光ファイバルーブ12、13のループ面(X軸とY軸とで決まる平面)の方向の関係を示す図である。第3図は光ファイバルーブ面(X-Y平面)が水平面Hに対して垂直をなし、水平面Hに対して垂直に立てられたY軸の回りに回転可能であり、重力gの方向はY軸と一致しており、光ファイバルーブ面の水平面における方向(即ちX方向)と地球

の自転の接線方向( $\Omega$ 方向=東西方向)との成す角度が $\theta$ である場合を示している。

式(1)より式(4)迄の事項を纏めると、

$$\begin{aligned} 2I_0 \sin K \Omega J_1(z) &= S_1(\theta) - S_2(\theta) \\ - \frac{1}{2} \pi \int_0^\pi (S_1(\theta) - S_2(\theta)) d\theta &\dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

となり、(5)式より $\theta$ を変化させて信号の0点を検出すれば真北の方位を検出する事が出来る。

第5図は本発明の光ファイバジャイロを使った一実施例である光ファイバ方位センサの実施例を示す斜視図である。71は光ファイバジャイロであり、ファイバルーブ12、13は水準器83でループ面が回転軸に対して平行で水平面内に回転できる様に設置される回転軸は一般に重力方向に向いているが、必要により、傾けて使うこともある。例えば緯度分だけ傾ける等。81は雲台付三脚で82の視準付望遠鏡で目標点にセットする。視準付望遠鏡の光軸はファイバルーブ面が垂直になる方向に任意の場所に取り付けられている。視

準付望遠鏡82は回転軸を含む面内に可動であり、目標点が観測地点と水平でない場合でも測量出来る事は言うまでもない。視準付望遠鏡の光軸はファイバルーブ面に平行であっても良い。91は例えばエンコーダ等回転角を検出する装置であり、ファイバジャイロの回転面に取り付けられている。データ処理系100はエンコーダ及び光ファイバジャイロからの信号の処理を行う装置である。第2図に示す回路と公知のエンコーダ処理回路が含まれる。尚データ処理系100は将来IC化して本体71の中に組み込む事も出来る事は言うまでもない。

回転台81をモータ或いは手動で1回転以上させ、第4図の信号を得る。

第4図のA点及びB点からの信号より方位を決定し、スタート点からA点又はB点までの角度をエンコーダによるパルスカウントによって角度に変換してを出力する。

以上の様にして本発明の光ファイバジャイロの組み合わせを使えば光ファイバジャイロ方位セン

サとして測定点の方位が決定される。

#### (発明の効果)

以上の通り本発明に於いては、双方の光ファイバジャイロからは同相のノイズが出力されるから、双方のノイズの振幅を調整した上で差を取ればノイズが消去されて、S/Nの良い光ファイバジャイロの角速度信号出力が得られる。

更にはそれぞれのセンシンググループとして巻回する光ファイバをファイバの全長の1/2から巻き始めに向かって巻回し、巻き始めと巻き終わりを同一点とすれば、温度変化等の外乱に対する影響を小さくする事が出来る。

#### 4. 図面の簡単な説明

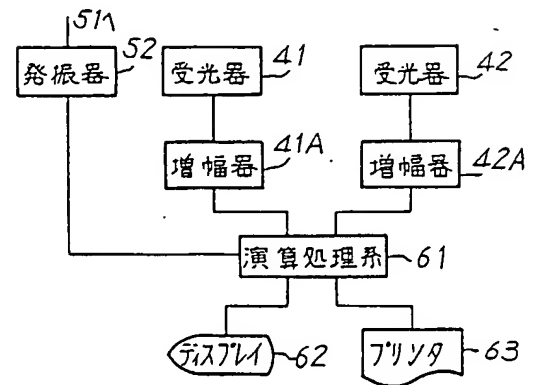
第1図は本発明による光ファイバ方位センサの実施例を示す概略図、及び光ファイバループの巻き方を示す実施例、第2図は本発明の信号処理系の実施例を示すブロック図、第3図は自転角速度

と光ファイバループとの関係を示す図、第4図は本発明のセンサの出力信号を示す図、第5図は本発明の光ファイバ方位センサの実施例を示す斜視図、第6図は従来の光ファイバ方位センサの斜視図、第7図は従来の光ファイバ方位センサの概略図である。

#### (主要部分の符号の説明)

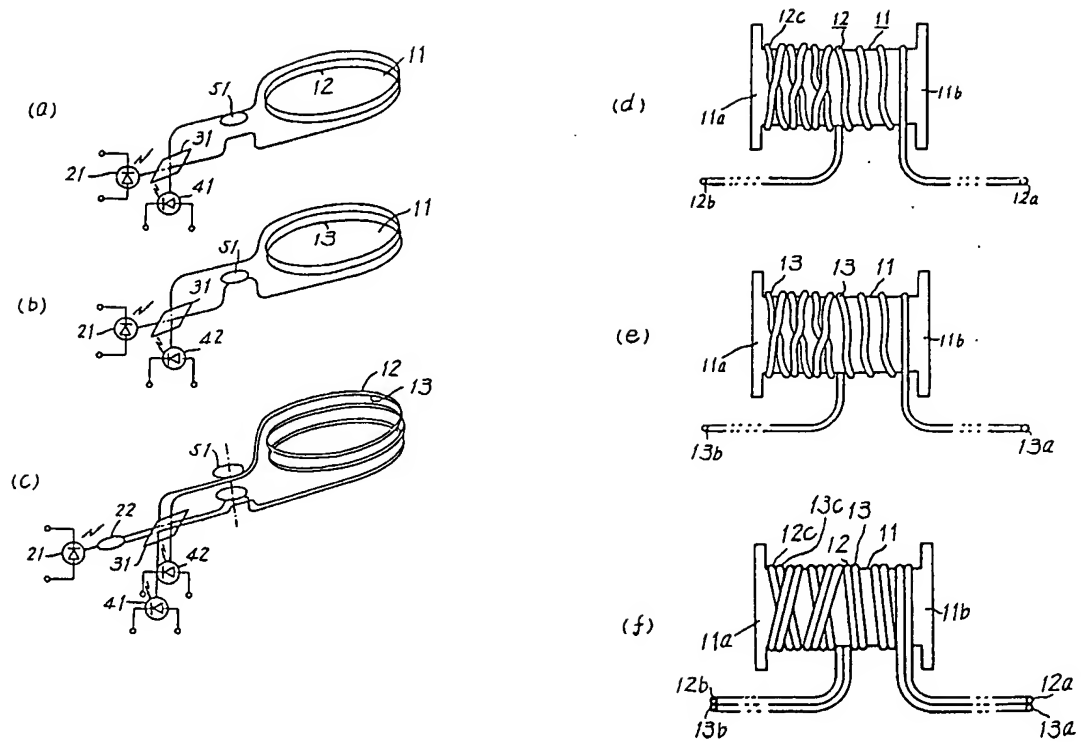
- 11、111.....ポビン
- 12、13、112.....光ファイバループ
- 21、121.....光源
- 31、131.....ハーフプリズム
- 41、42、141.....受光器
- 41A、42A.....増幅器
- 51、151.....変調器
- 52.....変調器駆動装置
- 61.....演算処理系
- 62.....ディスプレイ
- 63.....プリンタ

- 71、101.....光ファイバジャイロ
- 81、161.....雲台付三脚
- 82、162.....視準付望遠鏡
- 91.....エンコーダ
- 83、163.....水準器
- 100.....データ処理系

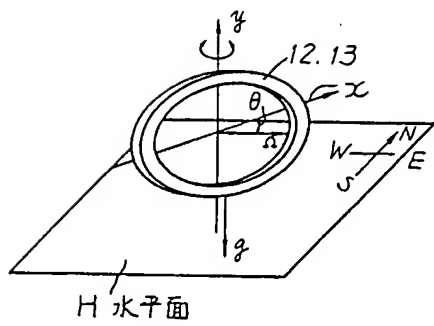


第 2 図

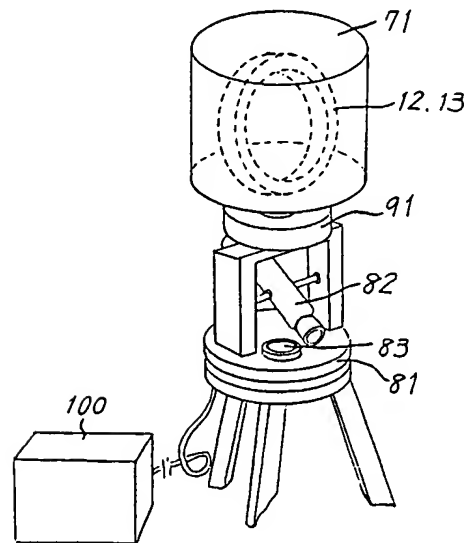
出願人 日本光学工業株式会社  
代理人 弁理士 渡 辺 隆 男



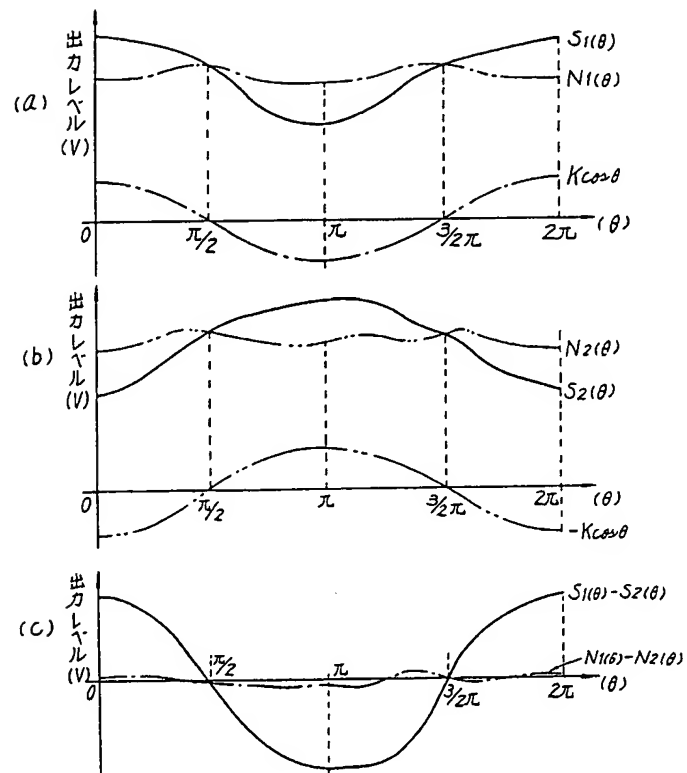
第 1 図



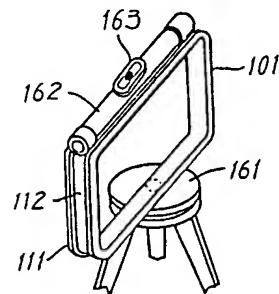
第 3 図



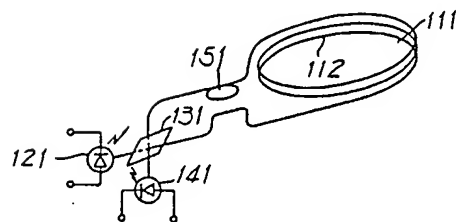
第 5 図



第 4 図



第 6 図



第 7 図